



Asamblea General

Distr.
GENERAL

A/AC.105/526
28 de enero de 1993
ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMISION SOBRE LA UTILIZACION DEL ESPACIO
ULTRATERRESTRE CON FINES PACIFICOS

INFORME SOBRE EL SEGUNDO CURSO INTERNACIONAL DE LAS
NACIONES UNIDAS DE CAPACITACION DE EDUCADORES PARA
LA ENSEÑANZA DE LA TELEOBSERVACION, CELEBRADO EN
COOPERACION CON EL GOBIERNO DE SUECIA

(Estocolomo y Kiruna (Suecia), 11 de mayo a 12 de junio de 1992)

INDICE

	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1 - 14	2
A. Antecedentes y objetivos	1 - 7	2
B. Organización y programa	8 - 14	3
I. RESUMEN DEL CURSO	15 - 51	4
A. Sistemas de teleobservación mediante satélites	15 - 25	4
B. Interpretación visual de las imágenes obtenidas por satélite	26 - 30	7
C. La utilización de imágenes de satélites en la cartografía de sisemas de tierras	31 - 35	8
D. Evaluación del peligro de erosión	36 - 42	10
E. Efectos en el medio ambiente de la regulación de los ríos	43 - 51	12
II. EVALUACION DEL CURSO	52 - 53	13

Anexos

I. Programa del curso	15
II. Lista de participantes	20
93-05858 S 090293 090293 10 (2) 93	/...

INTRODUCCION

A. Antecedentes y objetivos

1. En su trigésimo séptimo período de sesiones, la Asamblea General aprobó la resolución 37/90, de 10 de diciembre de 1982, en la cual hizo suya la recomendación de la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE 82) de que el Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial estimulara el crecimiento de un núcleo autóctono y de una base tecnológica autónoma de la tecnología espacial de los países en desarrollo.

2. En su 34° período de sesiones, celebrado en julio de 1991, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos hizo suyas las actividades del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial para 1992 propuesto por el Experto de las Naciones Unidas en aplicaciones de la tecnología espacial y recomendadas por su Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos en su 28° período de sesiones. Posteriormente, la Asamblea General, en su cuadragésimo sexto período de sesiones, hizo suyas las actividades del programa para 1992 (resolución 46/45, de 9 de diciembre de 1991).

3. En cumplimiento de la resolución 46/45 y de conformidad con las recomendaciones de UNISPACE 82, el Programa de las Naciones Unidas sobre aplicaciones de la tecnología espacial incluyó, como una de sus actividades de 1992, la organización de un curso de capacitación de educadores para la enseñanza de la teleobservación. El curso de capacitación también fue organizado como parte de las aportaciones del Gobierno de Suecia a las Naciones Unidas en ocasión del Año Internacional del Espacio, 1992, que abarcaba el desarrollo de la capacidad autóctona en la tecnología de la teleobservación mediante la capacitación de educadores.

4. El Curso Internacional de las Naciones Unidas de Capacitación de Educadores para la Enseñanza de la Teleobservación, destinado a participantes de países en desarrollo, fue organizado en colaboración con el Gobierno de Suecia por conducto de la Agencia Sueca para la Cooperación Técnica y Económica Internacional (BITS) y fueron sus anfitriones la Universidad de Estocolmo y la Corporación Sueca del Espacio (SSC Satellitbild). El curso se celebró en Estocolmo y Kiruna del 11 de mayo al 12 de junio de 1992.

5. El principal objetivo del curso era perfeccionar los conocimientos prácticos y las técnicas de los educadores procedentes de países en desarrollo en la tecnología de la teleobservación y dotarlos de la capacidad de introducir los elementos de tecnología que resultasen apropiados en los programas de estudio de sus universidades e institutos.

6. El presente informe, que abarca los antecedentes, los objetivos y la organización del curso de capacitación, así como un resumen de las presentaciones, ha sido preparado por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y su Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos. Los participantes en el curso se encargarán de informar a las autoridades competentes de sus respectivos países.

/...

7. Los participantes expresaron su agradecimiento a las Naciones Unidas y al Gobierno de Suecia por haber organizado el curso y haber sido anfitrión de él, por su asistencia financiera y por la calidad técnica del curso.

B. Organización y programa

8. Participaron en el curso 27 personas procedentes de Bangladesh, Colombia, Costa Rica, el Ecuador, Etiopía, México, Mozambique, Nigeria, el Pakistán, Panamá, Papua Nueva Guinea, la República Democrática Popular Lao, la República Unida de Tanzania, Sri Lanka, Suriname, Swazilandia, Tailandia, Uganda, el Uruguay, Venezuela, Vietnam y Zambia. En el anexo II del presente informe figura una lista de los participantes en el curso.

9. Se utilizaron fondos asignados por las Naciones Unidas para sufragar los gastos de viajes internacionales por vía aérea de cinco participantes. El Gobierno de Suecia proporcionó alojamiento y comidas, transporte local y dinero para gastos personales para todos los participantes, así como los gastos de viajes internacionales de 22 participantes.

10. El programa del curso fue formulado conjuntamente por las Naciones Unidas, la Universidad de Estocolmo y la Corporación Sueca del Espacio, SSC Satellitbild. Las Naciones Unidas se encargaron de las disposiciones generales de organización externa, y el Gobierno de Suecia, por conducto de la Universidad de Estocolmo, SSC Satellitbild y BITS, coordinó los arreglos locales y proporcionó el equipo técnico, los materiales, las instalaciones para los cursos y el transporte local. En el anexo I del presente informe figura el programa del curso.

11. Inauguró el curso el Sr. S. Petersson, de BITS, en nombre del Gobierno de Suecia. El discurso de bienvenida de las Naciones Unidas estuvo a cargo del Sr. Chernikov, de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre. En la ceremonia de clausura del curso también se oyó una declaración de clausura en nombre del Sr. A. A. Abiodun, Experto de las Naciones Unidas en aplicaciones de la tecnología espacial.

12. Las presentaciones del curso se centraron en los problemas de la evolución y la utilización de la tecnología de la teleobservación en la ordenación de los recursos naturales y la planificación del medio ambiente, así como en la elaboración e introducción de programas de enseñanza de la teleobservación en los países de los participantes. Entre otros temas que se trataron en las cinco semanas del curso cabe mencionar una visión general de las aplicaciones de la teleobservación, con especial hincapié en estudios de casos en que se utilizaron datos e imágenes obtenidos por satélites en los propios países de los participantes; principios del análisis de imágenes visuales y digitales; utilización de los sistemas de información geográfica en distintas esferas de aplicación, y enseñanza de la teleobservación. También se brindó a los participantes experiencia en la labor sobre el terreno, trabajos prácticos y capacitación en esferas de interés particular.

13. Varios profesores y participantes hicieron presentaciones sobre los proyectos o programas en que habían participado. Estas presentaciones abarcaron estudios de casos de proyectos ejecutados en países de Africa, Asia Sudoriental

/...

y América Latina, así como aplicaciones de la investigación y la capacitación en teleobservación en países en desarrollo.

14. Se organizaron numerosos trabajos prácticos a fin de ofrecer a los participantes la oportunidad de recibir capacitación directa en la interpretación visual de datos de la teleobservación. El curso fue complementado por visitas a la estación terrestre de la Corporación Sueca del Espacio en la Base Europea de Lanzamiento de Cohetes Sonda (ESRANGE) y a las instalaciones y los laboratorios de la SSC Satellitbild en Kiruna.

I. RESUMEN DEL CURSO

A. Sistemas de teleobservación mediante satélites

1. El sistema Landsat

15. Desde 1972 se cuenta con datos e imágenes procedentes del sistema Landsat. De resultas de ello, la mayoría de las regiones del mundo ya se han cubierto en buena medida, tomándose varias imágenes de las mismas regiones en diferentes momentos del año. Esta observación repetida o multitemporal es una de las ventajas importantes del sistema, ya que permite la detección y observación tempranas de posibles peligros ecológicos y de cambios debidos al paso de las estaciones en materia de agricultura, vegetación natural, etc.

16. Otra característica de gran importancia, en comparación con la fotografía aérea convencional, es la capacidad multiespectral de los sistemas de sensores emplazados a bordo del satélite. En lugar de limitarse a obtener imágenes de la escena en la región visible y muy cercana al infrarrojo del espectro electromagnético, como ocurre con las cámaras y películas fotográficas, el sistema multiespectral del Landsat obtiene imágenes de distintas bandas de las regiones visible, cercana al infrarrojo y térmica del infrarrojo. Los análisis de una imagen obtenida en una parte determinada del espectro o las combinaciones de dos o más bandas (imágenes) pueden ayudar a establecer diferencias entre accidentes y detalles del terreno que de otra manera sería difícil apreciar. En el cuadro que aparece a continuación se indican los intervalos de longitud de onda de los dos sistemas de sensores del Landsat, su explorador multiespectral (MSS) y su cartógrafo temático (TM). La resolución espacial de las imágenes obtenidas por el explorador multiespectral es de 80 m, en tanto que la resolución del cartógrafo temático es de 30 m.

Bandas de ondas de los sensores del Landsat y de SPOT

(μm)

Banda No.	Landsat		SPOT	
	MSS	TM	SX	P
1	0,5 a 0,6	0,45 a 0,52	0,50 a 0,59	0,51 a 0,73
2	0,6 a 0,7	0,52 a 0,60	0,62 a 0,68	
3	0,7 a 0,8	0,63 a 0,69	0,79 a 0,89	
4	0,8 a 1,1	0,76 a 0,90		
5		1,55 a 1,75		
6		10,4 a 12,5		
7		2,08 a 2,55		

2. El sistema SPOT

17. El sistema de satélites SPOT es semejante en muchos aspectos a los sistemas de Landsat. Tiene análogas características multiespectrales y multitemporales, así como la capacidad de cubrir grandes extensiones.

18. Una diferencia notable es la capacidad del sistema SPOT de proporcionar imágenes de la misma zona obtenidas desde órbitas consecutivas. En tanto que el sistema de LANDSAT sólo da una representación plana de la superficie terrestre situada directamente debajo del satélite, el sistema SPOT puede programarse para que enfoque la misma región en sus tres órbitas siguientes (o anteriores). Esto permite construir una imagen semiestereoscópica que puede utilizarse para el levantamiento de mapas topográficos. Estudios recientes indican que es posible producir mapas topográficos ortofotográficos en escalas de 1:50.000 y mayores, con intervalos de cotas de 20 m, mediante mediciones directas basadas en datos procedentes de imágenes digitales.

19. El sistema SPOT obtiene imágenes de la Tierra con una resolución de 20 m en su régimen multiespectral (SX) y una resolución de 10 m en su régimen pancromático (P). Sin embargo, la mayor resolución del sistema SPOT lleva aparejado un aumento de hasta nueve veces del número de elementos de imagen por unidad que hay que procesar. Para poder manejar todos esos datos, el tamaño de la escena se ha reducido a aproximadamente una décima parte del tamaño de la escena del explorador multiespectral del Landsat, o sea, 3.600 km². Para cubrir la misma región se necesitarán más imágenes de SPOT que de LANDSAT, con lo cual el costo será mayor.

/...

3. Productos normales del Landsat

20. Se pueden proporcionar imágenes generales, también llamadas "vistazos rápidos" en forma de impresos en papel a pequeña escala a partir de imágenes de Landsat para observar la cubierta de nubes e individualizar una ubicación geográfica. Los vistazos rápidos son productos del explorador multiespectral pero abarcan las mismas zonas que las imágenes del cartógrafo temático, que se obtienen simultáneamente.

21. Se pueden encargar imágenes de plena resolución en papel de copia fotográfica, en blanco y negro o en colores. Se pueden escoger las bandas del espectro para finalidades concretas y se las puede combinar en una imagen compuesta en colores. Debido al número mayor de píxeles en las imágenes correspondientes del cartógrafo temático, los productos fotográficos de este último se procesan únicamente en escenas de un cuarto de la imagen. La escala más corriente de originales en película del explorador multiespectral es de 1:1.000.000, en tanto que para los productos en película del cartógrafo temático es de 1:500.000 (cuarto de escena).

22. Los datos del explorador multiespectral y del cartógrafo temático en forma digital se entregan como escenas completas con todas las bandas del espectro o una sola. También se pueden encargar datos del cartógrafo temático que abarquen sólo una cuarta parte de la escena completa del explorador multiespectral. Los datos se entregan sin procesar o bien con las variaciones radiométricas y las distorsiones geométricas corregidas.

4. Productos normales del SPOT

23. Los productos normales del sistema SPOT abarcan escenas completas o partes de ellas. Una escena corresponde a una zona de 60 km de largo y 60 a 80 km de ancho, según que la imagen se obtenga verticalmente o en forma apaisada. Las escenas se individualizan en una retícula predeterminada de la superficie de la Tierra con sus correspondientes latitud y longitud.

24. Se pueden adquirir productos de calidad corrientes con tres niveles de procesamiento:

Nivel 1A. Estos son datos esencialmente en bruto (sin procesar). La información de los detectores se ha procesado de modo de normalizar cada banda espectral. Se especifican los coeficientes para la calibración entre bandas y los valores absolutos. No se incluye ninguna corrección geométrica. Se especifica el ángulo de visión del instrumento. Este nivel de procesamiento se presta especialmente para estudios radiométricos básicos y proyecciones estereoscópicas;

Nivel 1B. Se han introducido correcciones en los datos de los errores sistemáticos con respecto a la radiometría y la geometría y para tener en cuenta la rotación y la curvatura de la Tierra y el ángulo de registro;

Nivel 2. Un producto con corrección geométrica de precisión. Además de la corrección radiométrica para el nivel 1B, la imagen se ha corregido sobre la base de mapas o puntos de verificación en tierra y se ha presentado en una

/...

proyección cartográfica optativa. El procesamiento se realiza sin recurrir a un modelo digital del terreno. Esto implica que para regiones con relieve relativamente poco pronunciado y ángulos de visión casi verticales, se puede lograr una precisión en posición de 5 m en el caso de imágenes pancromáticas y de 10 m para las imágenes multiespectrales.

5. Productos especiales del SPOT

25. Además de los productos de calidad corriente antes mencionados, actualmente están disponibles varios productos especiales o lo estarán en el futuro próximo, entre ellos:

- Datos multiespectrales y pancromáticos fusionados,
- Imagen con desplazamiento de la escena a lo largo de la trayectoria del satélite,
- Mosaico de dos escenas adyacentes a lo largo de la trayectoria del satélite,
- Mosaico de cuatro escenas adyacentes.
- Productos en película de un cuarto de escena,
- Productos en película en gran formato,
- Pares de tomas estereoscópicas,
- Modelos digitales del terreno obtenidos a partir de pares de tomas estereoscópicas del SPOT,
- Codificación geográfica geométrica de "nivel 3" obtenida mediante puntos de verificación en el terreno y modelos digitales del terreno a fin de eliminar las distorsiones locales.

B. Interpretación visual de las imágenes obtenidas por satélite

26. Al momento de la introducción del sistema Landsat se habían cifrado grandes esperanzas en las aplicaciones prácticas, especialmente en los países en desarrollo. La observación de los cambios ambientales y el levantamiento de las existencias de recursos naturales en regiones que carecían de los sistemas de observación convencionales de los países industrializados (es decir, sistemas basados en tierra, sistemas de teleobservación desde aeronaves) se contaban entre las muchas tareas importantes que habían de cumplirse a fin de hacer frente al aumento de la demanda sobre las tierras.

27. Sin embargo, la resolución más bien reducida de las primeras imágenes obtenidas y los vastos volúmenes de datos favorecieron el desarrollo de sistemas de análisis de datos basados en computadora. Cuando se introdujeron por primera

vez sistemas de dicha índole en los países en desarrollo, su empleo se basaba en recursos técnicos y humanos provenientes del extranjero, mientras que los conocimientos y la competencia locales en lo referente a las tierras y sus recursos en la mayoría de los casos se desaprovechaban. Los muchos estudios efectuados hasta la fecha han sido realizados por expertos extranjeros sin que se impartiera una educación concomitante a los expertos locales en los principios en que se basaba la tecnología. Una vez que los expertos extranjeros se retiraron, la experiencia de capacitación adquirida sólo tuvo influencia limitada en las nuevas aplicaciones prácticas y en el proceso de desarrollo. También ha habido una apreciación exagerada del empleo de la teleobservación con ayuda de computadoras, y la carencia de resultados utilizables en cierta medida ha causado decepción entre los expertos locales.

28. En muchos casos, la interpretación visual de imágenes de satélites, aunada a un conocimiento de los procesos físicos que las ocasionaron, puede resultar una opción preferible a los análisis numéricos, especialmente en los países en desarrollo. Será más fácil la participación de los expertos locales, así como la aplicación de los resultados. La introducción del sistema de satélites SPOT, con una resolución mucho mayor y las posibilidades de vistas estereoscópicas, facilitará aún más este enfoque.

29. Una ventaja de la interpretación visual estriba en que se puede utilizar el mismo equipo para la interpretación y el levantamiento cartográfico convencionales a partir de fotografías aéreas. Todos los países en desarrollo cuentan con servicios de dicha índole y, lo que es más importante, personal competente con un buen conocimiento de las condiciones locales. En contraste, muchos de los estudios basados en computadoras se basan en equipo y personal procedentes del exterior.

30. La aplicación práctica de la interpretación visual de las imágenes obtenidas por satélites ha evolucionado en los países en desarrollo debido a la necesidad urgente de éstas de contar con acceso rápido a datos reales para la evaluación de los recursos de tierras y aguas. En la mayoría de los casos la interpretación visual de las imágenes del Landsat y el SPOT se ha basado en imágenes en blanco y negro de las distintas bandas espectrales o en imágenes compuestas en colores falsos. A menudo se realizan análisis basados en imágenes captadas en dos o más momentos a fin de mejorar la clasificación de los distintos elementos del relieve o vigilar los cambios anuales o estacionales.

C. La utilización de imágenes de satélites en la cartografía de sistemas de tierras

31. Los levantamientos de sistemas de tierras basados en imágenes mediante satélites en combinación con triangulación sobre el terreno no son tan buenos como los que se basan en la interpretación fotográfica, pero no está demostrado que sean mucho peores. Por ejemplo, la interpretación mediante fotografías aéreas a escala de 1:250.000 de parte del Sudán exigió 8 meses-hombre por cada 1.000 km², en comparación con 1,5 meses-hombre por cada 1.000 km² para el levantamiento de una región análoga en que se utilizaron imágenes del Landsat en combinación con interpretación fotográfica parcial. El territorio de Etiopía ha quedado cubierto en un año mediante interpretación con el Landsat a escala

/...

de 1:1.000.000 por un pequeño grupo, tarea que habría sido inconcebible si se hubieran utilizado fotografías aéreas.

32. Así pues, los resultados de los levantamientos basados en satélites quizás tengan menor valor, pero no mucho menor - quizás "más o menos la mitad" -, pero el costo de terminar un levantamiento de dicha índole es inferior en un factor de 10 o más. Por consiguiente, los resultados obtenidos por costo unitario ciertamente son más apreciables; además, se obtienen con mucha mayor rapidez. Habida cuenta de que los levantamientos de reconocimiento tiene una utilidad limitada en la planificación del desarrollo, quizás resulte que los aportes que pueden hacer pueden cumplirse satisfactoriamente mediante levantamientos basados en satélites.

33. La etapa inicial, la de trazado de linderos provisionales basándose en las imágenes de satélites, no difiere en principio de la interpretación de fotografías aéreas. Se individualizan y delimitan pautas de formas fisiográficas deducidas y de cubierta de las tierras (vegetación o uso de las tierras). Su descripción provisional está más basada en deducciones indirectas y es más tentativa que la de observación estereoscópica de fotografías aéreas, lo que deja más detalles que hay que agregar o modificar en la etapa de la triangulación en el terreno. Un procedimiento mixto que combina una cobertura completa por imágenes de satélites con interpretación fotográfica convencional de regiones representativas actualmente suele ser la mejor forma de realizar levantamientos de reconocimiento.

34. En 1976 se levantó un mapa de sistemas de tierras de la cuenca receptora del Gran Ruaha en la parte central de la República Unida de Tanzania. La cuenca hidrográfica tiene alrededor de 65.000 km² de superficie, y la única forma práctica posible de confeccionar un mapa de sistemas de tierras era con el empleo de imágenes desde satélites. Se descubrió que la información detallada que se podía obtener de las imágenes de satélites variaba con factores dependientes del terreno, el relieve y la vegetación. La información geomorfológica más detallada podía obtenerse de espacios abiertos como pastizales y praderas boscosas, y de zonas de relieve pronunciado como llanuras de montes aislados, etc. La menor cantidad de información se obtenía de zonas boscosas de relieve poco pronunciado, en que los elementos geomorfológicos de pequeña escala (es decir, facetas de tierra), apenas se podían distinguir de las señales intensas de la cubierta vegetal.

35. La mayor ventaja que se logra al utilizar imágenes de satélites en lugar de mosaicos convencionales de fotografías aéreas para la cartografía de sistemas de tierras estriba en que los mismos colores prevalecen sobre vastas superficies, y representan el mismo tipo de terreno o vegetación. Los colores son buenos indicadores de los tipos de suelo y las condiciones de avenamiento debido a diferencias en el contenido de humedad y la vegetación. Las imágenes de los satélites SPOT posteriormente se han sometido a ensayos para el levantamiento de sistemas de tierras de la misma zona y la opción de tomas estereoscópicas ha mejorado aún más la interpretación de los sistemas de tierras y la subdivisión de los sistemas en facetas de tierras.

D. Evaluación del peligro de erosión

36. El análisis del riesgo de erosión es un procedimiento destinado a describir el peligro físico que ofrece la erosión del suelo sobre vastas zonas. Las estimaciones de los peligros de erosión habitualmente incluyen las observaciones de una variedad de factores que contribuyen a la erosión, como la erosividad de la precipitación pluvial, la erosionabilidad del suelo y la cubierta de vegetación. En los métodos de evaluación también se consideran las variables que mejor describen la influencia de cada factor sobre la erosión, se trazan mapas de la distribución espacial de cada variable por separado y luego se combinan para calcular un riesgo global.

37. En un método elaborado para los países del África meridional, las estimaciones del peligro de erosión se basan estrictamente en datos físicos sobre erosividad de la precipitación pluvial, erosionabilidad del suelo, cubierta de vegetación o tipo de uso de las tierras y topografía (con la información de datos sobre el relieve reunida a partir de mapas topográficos). En estos países se están confeccionando mapas de los riesgos de erosión que muestran las posibles zonas de riesgo en un mapa de cada país. Las aplicaciones prácticas de esta técnica resultan especialmente evidentes si el interés estriba en una evaluación rápida del peligro en zonas de proyectos menos extensas o en zonas en que se carece de datos físicos precisos sobre suelos, topografía y precipitación. En dichos casos se recomienda aplicar la teleobservación.

38. En un reciente estudio realizado en la República Unida de Tanzania de los peligros para el medio ambiente del proyecto hidroeléctrico de Mtera, la evaluación del peligro de erosión se basó en la interpretación de imágenes provenientes de los satélites SPOT en combinación con levantamientos limitados sobre el terreno. Las imágenes de los satélites SPOT utilizadas para los análisis del estudio eran transparencias estereoscópicas (imágenes compuestas en colores falsos) a escala de 1:400.000. La interpretación se realizó en un estereoscopio de concepción avanzada y los resultados se trazaron en películas transparentes que cubrían imágenes ampliadas a escala de 1:100.000. La red de avenamiento se cartografió hasta las hondonadas de primer orden y las unidades geomorfológicas (sistemas de tierras y facetas de tierras) se cartografiaron en relación con su importancia como fuentes de sedimentos, zonas de deposición y zonas de acumulación temporal de sedimentos.

39. La clasificación de la intensidad de la erosión se basó en el sistema que se había elaborado para Sudáfrica para su utilización en la interpretación de fotografías aéreas. Este sistema se modificó posteriormente para utilizarlo con imágenes de satélites. Puesto que la erosión laminar es el tipo de erosión más fácil de descubrir en las imágenes de satélites, debido a que quedan al descubierto subsuelo altamente reflectante o depósitos de sedimentos en los campos, resultaba natural concentrar el levantamiento en este tipo de erosión únicamente. La clasificación y la interpretación se refirieron a una cuadrícula de cuadrados de 1 x 1 km representada en una transparencia. Fue posible conservar las cinco clases de erosión originales gracias a la alta resolución de las imágenes de los SPOT. Por consiguiente, la erosión del suelo se describe con referencia a las siguientes clases:

Clase 1: Imperceptible. No hay signos visibles de erosión. El terreno parece estar sujeto a un alto nivel de ordenamiento;

/...

- Clase 2: Ligera. Se observan zonas de erosión (de tono azul celeste) en las imágenes. La erosión se deduce de la cubierta escasa, los depósitos de sedimentos y tocones de plantas (observados en el terreno);
- Clase 3: Moderada. Las zonas erosionadas son evidentes en las imágenes. La cubierta vegetal es muy escasa y los depósitos de sedimentos son extensos. Asociada con pequeños surcos (observados en el terreno);
- Clase 4: Intensa. La erosión laminar de tal intensidad siempre está asociada con surcos y hondonadas. Gran parte del horizonte A ha desaparecido;
- Clase 5: Muy intensa. Igual que la clase 4. Este tipo de erosión constituye la mayor parte de la erosión con formación de hondonadas por unidad de superficie.

40. Se agregaron dos nuevas clases que indicaban diferentes tipos de acumulación o de zonas de acumulación temporal de sedimento. La clase I representa acumulación de sedimentos en laderas coluviales, mientras que la clase II representa deposición en llanuras inundables, deposición en conos de deyección o deposición en arroyuelos trenzados.

41. Los peligros que amenazan al medio ambiente de la región de un embalse guardan relación con cambios en los usos de las tierras que ocasionan degradación de la vegetación y el suelo, lo que da lugar a un mayor arrastre de sedimentos hacia el embalse. Sin embargo, en este caso la mayor parte de los sedimentos arrastrados al embalse es transportada por los ríos principales. Estimaciones basadas en un programa anterior de muestreo de aguas dan una aportación anual de sedimentos al embalse de 4×10^6 toneladas.

42. En el estudio con el SPOT, se han levantado mapas de la red de avenamiento (arroyuelos y hondonadas), unidades geomorfológicas e intensidad de la erosión laminar (por interpretación visual de imágenes de los SPOT). Para estimar los peligros para la ordenación en la región del embalse, se ha realizado un análisis de puntuación de los distintos factores basado en los resultados de la cartografía temática. Se utilizaron las siguientes clases para las diferentes zonas:

a) Red de avenamiento:

- 1) Zonas con avenamiento subterráneo, avenamiento hacia regiones aguas arriba de las principales zonas de sedimentación, etc.;
- 2) Avenamiento a través de canales (hondonadas) con aporte directo a los ríos que vierten directamente en el embalse;
- 3) Zonas con gran densidad de avenamiento (es decir, tierras surcadas por hondonadas) con vertimiento directo en el embalse;

/...

b) Intensidad de la erosión:

- 1) Clase de erosión 1, clases de deposición I y II;
- 2) Clases de erosión 2 y 3;
- 3) Clases de erosión 4 y 5;

c) Puntuación del peligro para el medio ambiente:

0 - 5: Bajo

6 - 8: Moderado

> 9: Alto

E. Efectos en el medio ambiente de la regulación de los ríos

43. Los estudios de vigilancia del medio ambiente y estudios ecológicos sobre el embalse de ríos permiten individualizar y describir una serie de medidas que deben considerarse antes, durante y después de la construcción de una presa. La vigilancia de los cambios ecológicos tiene que hacerse directamente en el lugar o, para algunos de los objetivos del estudio, indirectamente por otros métodos, tales como la teleobservación.

44. En cualquier proyecto de aprovechamiento de un río es importante planificar para el futuro antes de la construcción y durante ella, así como para el momento en que el embalse se haya llenado hasta su nivel total y comience el funcionamiento comercial. La planificación previa a la construcción abarca la preparación de los documentos del proyecto de manera tal que los futuros cambios puedan predecirse y vigilarse. Además, un sistema de vigilancia debería estudiar los cambios de manera tal que los cambios durante la etapa de la construcción pudieran diferenciarse de los cambios a largo plazo.

45. Podrían estudiarse los siguientes factores:

a) Geoeología de la superficie de captación aguas arriba. Los estudios de este tipo deben incluir documentación sobre la geomorfología y los procesos geomorfológicos (es decir, erosión del suelo, escurrimiento, pendiente), clima e hidrología, vegetación y uso de la tierra y todos los demás factores importantes para evaluar el peligro de erosión y otros riesgos ecológicos;

b) Embalse y zona del embalse. Los estudios de este tipo deben incluir estudios sobre la morfología, las fluctuaciones del nivel de las aguas, la degradación de la tierra de las zonas circundantes, las modificaciones en la ribera (importantes desde el punto de vista de las enfermedades vinculadas con el agua y del medio ambiente humano), la sedimentación del embalse, la calidad del agua y la vegetación acuática.

46. Es imposible predecir con certeza qué tipo de vegetación acuática crecerá en un embalse. La formación de vegetación depende de un gran número de factores ecológicos interactivos, por ejemplo, el pH del agua y el lodo, los nutrientes y

/...

el oxígeno disueltos, las temperaturas del agua, el viento y las olas y el descenso anual de nivel de las aguas. Sin embargo, se puede predecir que la vegetación acuática atravesará por una serie de etapas hasta llegar a un equilibrio de algún tipo. El establecimiento de una vegetación acuática "estable" llevará mucho tiempo y se verá influenciado principalmente por la magnitud del descenso del nivel del agua durante varios años consecutivos y también por las fluctuaciones anuales del nivel del agua. Los dos factores que más influyen en eso son las precipitaciones y las necesidades de la regulación, factores ambos desconocidos o imposibles de predecir.

47. Una planta acuática puede denominarse maleza cuando empieza a provocar problemas, por ejemplo, en relación con las operaciones de almacenamiento e ingeniería de un embalse o sus finalidades múltiples.

48. El crecimiento rápido o desenfrenado de malezas acuáticas durante los primeros años de un lago artificial, como se registró en el lago Kariba y en lago Volta, se han vinculado al nivel elevado de nutrientes existentes en el agua, provocado por la descomposición de material orgánico sumergido en el agua de resultas de crecidas.

49. Zonas situadas aguas abajo. Los elementos que hay que vigilar se relacionan con la morfología y el transporte de sedimentos (es decir, cómo el régimen alterado de las aguas influye en la erosión de las riberas del río y en el transporte de sedimentos) y en algunos casos en la manera en que el menor transporte de sedimentos y el régimen alterado de las aguas influyen en las zonas ribereñas, en las llanuras aluviales río abajo y en la calidad del agua.

50. El medio acuático, o el medio acuático alterado, tiene importancia en el desarrollo de varias enfermedades en Africa. También es importante en lo que se refiere a vigilar los cambios del medio ambiente. Por ejemplo, los mosquitos que se crían en el agua transmiten paludismo y enfermedades relacionadas con la filariasis, y las moscas negras que también se crían en el agua transmiten la oncocerciasis.

51. La presencia de un caracol acuático que sirve de huésped al parásito facilita la propagación de la esquistosomiasis. En forma más indirecta, el agua también puede influir en la incidencia de enfermedades. Por ejemplo, si la vegetación cambia por la presencia del agua y se desarrolla una vegetación espesa, ésta puede convertirse en hábitat adecuado para la enfermedad transmitida por la mosca tsetsé.

II. EVALUACION DEL CURSO

52. Al concluir el curso, se pidió a los participantes que llenaran un cuestionario sobre diversos aspectos del contenido y la organización del curso, el tiempo asignado a los temas y los trabajos prácticos, así como la pertinencia del contenido del curso para sus actividades cotidianas. Siguió a esto una deliberación sobre los problemas que plantea la teleobservación en los países en desarrollo. Durante las deliberaciones, los participantes formularon observaciones sobre los logros del curso y recomendaciones para cursos futuros.

/...

53. Todos los participantes expresaron la opinión de que la organización general y la planificación de las presentaciones del curso habían sido de gran calidad. Según su grado de experiencia y campo de especialización, algunos participantes estimaron que debería haberse dedicado más tiempo a los temas relacionados con los sistemas de información geográfica y la enseñanza de la teleobservación. Todos los participantes opinaron que el nivel y el contenido del curso eran apropiados para las necesidades concretas de su trabajo educacional y académico. Los participantes expresaron su reconocimiento al Gobierno de Suecia y a las Naciones Unidas por haber organizado el curso de capacitación.

Annex I

PROGRAMME OF THE COURSE

I. INTRODUCTION

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
Monday 11 May	10 a.m.	Introductory lectures: Remote sensing and global change	Prof. Thomas Rosswall
		Remote sensing - current status and future trends of the technology	Prof. Leif Wastenson
	2 p.m.	Management of natural resources and the environment - role of of remote sensing	Mrs. Marie Byström
	2.45 p.m.	Presentation of the Department of Physical Geography	Carl Christiansson Stig Jonsson and Bengt Lundén

II. FUNDAMENTAL PRINCIPLES

Tuesday 12 May	9 a.m.	Electromagnetic radiation, the reflective properties of the Earth and elementary optics	Dr. Johan Kleman
	1 p.m.	Electromagnetic radiation, the reflective properties of the Earth and elementary optics (continued)	Dr. Kleman
Wednesday 13 May	9 a.m.	Electronic imaging	Prof. Quiel
	1 p.m.	Electronic imaging (continued)	Prof. Quiel
Thursday 14 May	9 a.m.	Modern cartography in thematic mapping	Dr. Göran Alm
	1 p.m.	Image geometry and map	Dr. Göran Alm

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
Friday 15 May	9 a.m.	Image interpretation - theory	Dr. Göran Alm
	1 p.m.	The new generation of environmental satellites - the case of ERS-1	Mr. Jürg Lichtenegger
III. IMAGE INTERPRETATION			
Monday 18 May	9 a.m.	Earth resources and environmental satellites	Prof. Friedrich Quiel
		Lectures on the use of imagery for:	
	1 p.m.	(a) Land-use planning and environmental monitoring	Prof. Friedrich Quiel
	2.30	(b) Geological studies	Prof. Bengt Lundén
Tuesday 19 May	8.30 a.m. to 4.30 p.m.	Case-studies	
Wednesday 20 May	8.30 a.m. to 4.30 p.m.	Case-studies	
AFRICA			
		Land and water development in Ethiopia	Dr. Rolf Ake Larsson
		Land degradation and soils in Lesotho	Prof. Bengt Lundén
		Land-use mapping in the United Republic of Tanzania	Prof. Lennart Strömquist
SOUTH-EAST ASIA			
		Environmental impact assessment of hydropower development in the Lao People's Democratic Republic	Prof. Strömquist

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
		Environmental impact assessment of the closure of a river arm in Bangladesh	Dr. Rolf Ake Larsson
		Land degradation and soils in Lesotho	Prof. Bengt Lundén
		LATIN AMERICA	
		Ecuador	Dr. Rolf Ake Larsson
		Land-use mapping in the United Republic of Tanzania	Prof. Strömquist
		Land degradation and soils in Lesotho	Prof. Bengt Lundén
IV. DIGITAL IMAGE PROCESSING AND ANALYSIS/GIS			
Thursday 21 May	9 a.m.	Digital analysis	Prof. Wolter Arnberg
	1 p.m.	Computer image enhancement	Prof. Arnberg
Friday 22 May	9 a.m.	Geographical Information Systems (GIS theory)	Prof. Friedrich Quiel
	1 p.m.	GIS theory (continued)	Prof. Quiel
Monday 25 May	8.30 a.m.	Computer-aided analysis	Prof. Bengt Lundén
	1 p.m.	Computer-aided analysis (continued)	Prof. Lundén
Tuesday 26 May	8.30 a.m.	GIS exercise	Prof. Lundén
	1 p.m.	GIS exercise (continued)	Prof. Lundén
V. REMOTE-SENSING EDUCATION AND PROJECT MANAGEMENT			
Wednesday 27 May	8.30 a.m.	Project management - theoretical background and role-playing exercise	Ms. Kristina Boman
	1 p.m.	Project management (continued)	Ms. Boman

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
	2 p.m.	In-service remote-sensing training in the developing countries	Dr. Rolf Ake Larsson
	6 p.m.	Departure from Stockholm harbour. Cruise to Helsinki, Finland	
Thursday 28 May to Sunday 31 May		Cruise to Helsinki, Finland and back. During the cruise, lectures and work in groups on remote-sensing education case-studies under the direction of Professor Wolter Arnberg take place.	

VI. REMOTE-SENSING APPLICATIONS

Monday 1 June		Fieldwork exercise. Excursion in the fieldwork area, demonstration of image material, exercises in landscape feature interpretation	Prof. Strömquist
Tuesday 2 June		Fieldwork exercise: image interpretation	Prof. Strömquist
Wednesday 3 June		Presentation of results of the field exercise	Prof. Strömquist
Thursday 4 June		Demonstration of the production facilities at Satellitbild	
		Satellite data processing, image production, satellite image maps	Mr. Torbjörn Westin Mr. Dan Klang Mr. Tommy Lundquist
		Digital map production at the National Land survey, LM-Kartor	Mr. Mats Dahlberg
		Presentation of case-studies from SSC Satellitbild	Mr. Henric Osterlund Mr. Lars Björk
		Visit at the Salmijärvi and Esrange receiving stations. Data reception, pre-processing	

/...

<u>Date</u>	<u>Time</u>	<u>Subject</u>	<u>Speaker</u>
Friday 5 June		Practical applications: visual interpretation exercises in groups using imagery in (simulated) projects from the participants' home countries	Mrs. Marie Byström
Saturday 6 June		Practical applications (continued)	Mrs. Byström
Tuesday 9 June		Practical applications (continued). Preparations for the presentation of the results of the visual interpretation project work.	Mrs. Byström
Wednesday 10 June		Presentation of the results of the visual interpretation project work	Mrs. Byström
VII. NEEDS OF THE USER			
Thursday 11 June	9 a.m.	Data acquisition, data correction, image production and costs. How to select the right type of data for a given task	Mr. Alf Erik Oskog, Mr. Jan Unga, Mr. Samuel Forslund, Mr. Per Zeidlitz, Mr. Jörgen Ek, Mr. Anders Persson
	2 p.m.	Trends in remote-sensing contributions to research and applications in the third world. Discussion between participants and teachers	Dr. Stein W. Bie
Friday 12 June	9 a.m. to 12 noon	Course evaluation Closing ceremony	Prof. Wolter Arnberg, Dr. Rolf Bergström, Dr. Rolf Ake Larssen, Prof. Bengt Lundén

/...

Annex II

LIST OF PARTICIPANTS

AFRICA

Mr. Sirak K. Isak
Department of Biology
Addis Ababa University
P.O. Box 1176
ADDIS ABABA Ethiopia

Mr. Ademola S. Omojola
Dept. of Geography and
Planning
University of Lagos
Nigeria

Mr. Nasani Batunji
Makerere University
P.O. Box 16215
KAMPALA Uganda

Mr. Virgilio P. Ferrao
National Directorate for
Geography and Cadastre
C.P. 2102
MAPUTO Mozambique

Ms. Miranda Miles
Dept. of Geography
University of Swaziland
P/B 04 KWALUSENI
Swaziland

Mr. Mufalo M. Mbinji
Geography Dept.
University of Zambia
P.O. Box 32379
LUSAKA Zambia

Dr. Taiwo R. Ajayi
Dept. of Geology
Awolowo University
ILE-IFE
Osun State Nigeria

Mr. Pius Yanda
Institute of Resource
Assessment
University of Dar es Salaam
P.O. Box 35097
DAR ES SALAAM Tanzania

Dr. Daniel S. Tevera
Dept. of Geography
University of Zimbabwe
P.O. Box MP 167
HARARE Zimbabwe

SOUTH-EAST ASIA

Dr. Rahman Mohammad R.
Inst. of Flood Control &
Drainage Research
University of Engineering and
Technology
DHAKA 1000 Bangladesh

Mr. Jerry Sipuman
Dept. of Surveying and Land
Studies
University of Technology
LAE
The Papua New Guinea

Dr. Kaew Mualchawee
Asian Inst. of Technology
GPO Box 2754
BANGKOK 10501
Thailand

Mr. Somsavanh Phommtha
Hydropower Eng. Consultants
Pangum Rd
P.O. Box 2352
VIENTIANE Lao PDR

Dr. Amala Jayasekera
Dept. of Agricultural
Engineering
Faculty of Agriculture
University of Peradeniya
PERADENIYA Sri Lanka

Mr. Chira Prangtio
Dept. of Geography
Faculty of Social Sciences
Chiangmai University
CHIANGMAI Thailand

Dr. Azam A. Khwaja
Dept. of Earth Sciences
Quaid-I-Azam University
ISLAMABAD Pakistan

Dr. Sunil S. Wickramasuriya
Dept. of Civil Engineering
University of Moratuwa
MORATUWA, Sri Lanka

Mr. Nguyen Q. Thin
Centre for Remote Sensing
Information Processing
National Centre for Scientific
Research
NAHA DO-TU
Lien-Hanoi Vietnam

LATIN AMERICA

Dr. Fernando A. Zapata
Dept. de Biología
Universidad del Valle
Apartado Acro, 25360
CALI Colombia

Dr. Rosa Maria Prol-Ledesma
Inst. de Geofísica
Mexican National University
Universitaria
COYOACAN 04510
Mexico D.P.
Mexico

Ms. Renate Tjon-Lim-Sang
Centre for Agricultural
Research
Adek University
Faculty of Technology
P.O. Box 1914
PARAMARIBO Suriname

Mr. Alvaro S. Burgos
Center for Geophysical
Research
Universidad de Costa Rica
SAN JOSE Costa Rica

Mr. Alberto Caballero
Estafeta Universitaria
Apdo. 10761
PANAMA CITY
Republica de Panama

Ms. Ana Maria Martinez
Dept. of Geography
Universidad de la Republica
Tristan Narvaja 1674
11200 Montevideo
Uruguay

Mr. Cesar K. Guevara
Centro de Levantamientos
Integrados de Recursos
Naturales por Sensores
Remotos (CLIRSEM)
C.P.18-08-8216
QUITO Ecuador

Mr. Lasford E. Douglas
Panama Estafeta University
PANAMA CITY
Republica de Panama

Ms. Carmen L. Goitia Blanco
Instituto de Ingeniera Poba
International in Caracas,
Venezuela
Mailing address:
#438 P.O. Box 02-5255
Miami, Florida
